TOME XXVI N° 2 AVRIL 1939

SOMMAIRE

MAGROU (J.) : Protéines virus cristallisables, p. 109. — CAIRASCHI (E.-A.) : Déformations des rameaux provoqués par les *Yezabura* sur les Pomacées, p. 124. — BERGEAL (A.) : Présence d'*Ustilago violacea* sur *Malachium aquaticum*, p. 139. — TROUVELOT (B.) et BREJOUX (R.) : Rapports biologiques entre le Doryphore et *Solanum demissum*, p. 142. — BRUNETEAU (L. et J.) : L'action en bore sur la Fève, p. 155. — GAUDINEAU (M.), RAUCOURT (M.), MOREL (G.) : Observations sur la forme parfaite de la Tavelure du Pommier et du Poirier, p. 148. — SCHAD (C.) et SOULIÉ (H.) : Recherches des périthèces de Tavelure dans la région du centre, p. 160. — NEPVEU (L.) : *Hydroecia xanthenes* Germ., noctuelle nuisible de l'artichaut, p. 163.

LES PROTÉINES-VIRUS CRISTALLISABLES (1)

par

J. MAGROU

Il existe, chez l'Homme, chez les animaux et chez les plantes, des maladies contagieuses, ayant tous les caractères des maladies microbiennes, mais dans lesquelles l'observation microscopique, aussi bien que les procédés de culture, se montrent impuissants à déceler le moindre microorganisme parasite. Telles sont, chez l'Homme et chez les animaux, la variole et la vaccine, la fièvre jaune, la rage, la paralysie infantile, l'encéphalite léthargique, la fièvre aphteuse, la peste bovine, la peste porcine, etc. Ces affections sont désignées

(1) Conférence faite à la Société de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole, le 5 mai 1939.

sous le nom de maladies à virus ou à ultra-virus, terme qui implique l'hypothèse d'organismes capables, au même titre que les bactéries pathogènes, de provoquer des troubles morbides chez les hôtes qu'ils envahissent, mais trop petits pour être visibles au moyen des microscopes les plus puissants.

Inaccessibles à l'observation directe, les virus ne sont connus que par les propriétés pathogènes des humeurs des organismes qu'ils infectent. Aussi leur nature est-elle très discutée. Au cours de ces dernières années, les travaux relatifs aux maladies à virus des plantes ont projeté sur ce problème une vive clarté, en même temps qu'ils apportaient des notions tout à fait inattendues, capables peut-être de modifier profondément les idées courantes sur la nature intime des phénomènes vitaux.

Les maladies à virus des plantes se manifestent par des symptômes variés, dont les plus importants sont les chloroses, les nécroses et les malformations. Les chloroses, qui résultent de l'inhibition du développement des chloroplastes, sont caractérisées par la décoloration ou le jaunissement du feuillage ; cette décoloration peut être généralisée (jaunisses, chloroses infectieuses) ou localisée à des plages plus ou moins étendues. En ce dernier cas, les feuilles présentent des taches vert pâle, jaunes ou blanches, qui tranchent sur la teinte normale, vert plus foncé, du limbe foliaire, d'où le nom de « mosaïques » donné aux maladies à virus où ce symptôme est prédominant.

Comme les chloroses, les nécroses peuvent être généralisées, entraînant la mortification de parties étendues du végétal ou du végétal tout entier, ou localisées sous forme de taches souvent formées de cercles concentriques (ring spots). Dans certains cas, la nécrose se limite à un tissu particulier de la plante (phloème, collenchyme).

Les malformations, qui peuvent être le seul symptôme de la maladie ou s'ajouter aux manifestations

précédentes, consistent en plissements et en ondulations variées des limbes foliaires, en enroulement des feuilles, en raccourcissement des entrenœuds, en élongation des pousses, en excroissances ou galles.

Beaucoup de maladies à virus, en particulier les mosaïques, sont transmissibles aux plantes saines par inoculation de suc d'une plante infectée. C'est ainsi qu'il suffit, pour transmettre la mosaïque du Tabac, de triturer dans un mortier les tissus d'un plant de Tabac atteint de cette affection, et de frotter les feuilles d'un Tabac sain avec le pilon qui a servi à cette trituration. Les virus ne pénètrent jamais dans les tissus intacts, mais les minimes blessures produites par la friction des feuilles suffisent à leur ouvrir une porte d'entrée. On peut encore inoculer les mosaïques par le procédé en usage pour l'inoculation à l'homme de la vaccine : on dépose sur la feuille à inoculer des gouttes de suc infectieux, et à l'aide d'une aiguille, on pratique des scarifications à travers les gouttes. Les maladies à virus sont également transmissibles par greffe, et certaines ne peuvent être transmises que par ce moyen. Enfin, les insectes jouent un grand tôle dans la transmission des maladies à virus des plantes, et c'est là encore un caractère qui rapproche ces affections des maladies infectieuses humaines et animales ; on sait, en effet, que beaucoup d'entre elles, qu'elles soient dues à des ultra-virus ou à des parasites visibles, sont inoculées par des piqûres d'insectes ; c'est le cas, entre autres, de la fièvre jaune du typhus exanthématique, de la maladie du sommeil, du paludisme. Parmi les insectes piqueurs, ceux qui interviennent le plus fréquemment dans la transmission des maladies à virus des plantes sont les Aphides ou pucerons.

*
* *

Les virus des plantes, tout comme les bactéries pathogènes ou comme les ultra-virus des maladies ani-

males, sont détruits, plus ou moins facilement suivant leur espèce, par la chaleur, par les antiseptiques, par les rayons ultra-violets. On peut les conserver, souvent très longtemps, des mois ou des années, en tubes scellés, mais, de même que les ultra-virus des animaux, ils ne se multiplient que dans l'organisme de leurs hôtes ; on ne connaît jusqu'ici aucun milieu nutritif propre à leur développement. La plupart des liquides virulents extraits des plantes atteintes de maladies à virus traversent, sans perdre leur pouvoir pathogène, les bougies de porcelaine poreuse qui retiennent les bactéries et qui servent à la stérilisation des liquides. Mais leur virulence disparaît après passage à travers des filtres à pores plus fins, constitués par des membranes de collodion. Ces membranes sont obtenues par évaporation du collodion versé dans une cuve et maintenu à la température constante de 22°5. Une formule permet de calculer le diamètre moyen des pores, connaissant le volume d'eau qui traverse la membrane en un temps donné, la viscosité de l'eau à la température des mesures, la pression produisant l'écoulement et le volume total des pores (présumé équivalent au contenu en eau de la membrane). Il est possible d'accroître le diamètre des pores en incorporant au collodion de l'alcool amylique. On arrive ainsi à constituer des séries de membranes de perméabilité graduée, au moyen desquelles on peut apprécier approximativement la grandeur des particules de virus. C'est ainsi que les dimensions des particules du virus de la mosaïque du Tabac atteindraient 5,5 à 30 millimicrons, d'après les estimations extrêmes des auteurs qui ont procédé à ces mesures. C'est à peu près l'ordre de grandeur des molécules d'hémoglobine.

Le fait que les virus sont retenus par des filtres à trame suffisamment serrée indique, en effet, qu'ils sont formés d'une suspension de grains très minimes, et non d'une substance liquide, qui traverserait tous

les filtres. Tout le problème se réduit à savoir quelle est la nature de ces grains.

On a longtemps supposé qu'il s'agissait de micelles colloïdales, c'est-à-dire de grains relativement grossiers et complexes, bien que de dimensions ultra-microscopiques, formés d'agrégats de molécules qui sont, elles, les parcelles ultimes d'un corps parvenu à la limite extrême de sa fragmentation. De telles suspensions colloïdales diffèrent des solutions proprement dites, où la matière se présente sous forme de molécules isolées, éparses dans le solvant. Mais on sait, depuis les beaux travaux de M. Jean PERRIN, que les lois fondées sur la théorie cinétique s'appliquent aux *suspensions* colloïdales aussi bien qu'aux *solutions* moléculaires. Une solution de grosses molécules aura les mêmes propriétés physiques qu'une suspension de micelles de même poids. Or les expériences récentes de M. STANLEY, de MM. BAWDEN et PIRIE, sur les virus des plantes, tendent à montrer que ces virus ont une structure moléculaire plutôt que micellaire ; ils seraient constitués par des protéines chimiquement définies, cristallisables et capables de donner des solutions vraies, c'est-à-dire de se disperser dans certains solvants à l'état de molécules isolées.

M. STANLEY (1) précipite le suc de Tabac infecté de mosaïque du Tabac par le sulfate d'ammonium. Le précipité, formé de globuline, est dissous dans une solution de phosphate bisodique à pH = 7 ; la solution est filtrée sur un filtre de silice gélatineuse ou célite, puis précipitée à nouveau, à plusieurs reprises, par le sulfate d'ammonium. La solution en phosphate est alors précipitée par l'acide sulfurique (pH = 4,5). Le précipité est dissous par la chaux (pH = 8); on filtre, la protéine est contenue dans un liquide presque incolore. On précipite encore par

(1) STANLEY et COLL., *Science*, t. LXXXI, 1935 ; — *Studies Rockefeller Inst.*, t. CII, 1937 ; t. CVI, 1938.

l'acide sulfurique et l'acide acétique à pH = 4,5, et après plusieurs opérations semblables, on obtient, pour 1.300 gr. de pulpe traitée, environ 2 gr. de protéine sous forme d'aiguilles cristallines microscopiques de 20 à 30 μ de long.

Cette protéine renferme 50 % de carbone, 7 % d'hydrogène, 15 % d'azote ; on y trouve aussi du phosphore, ce qui donne à penser qu'il s'agit d'une nucléoprotéine. Elle est insoluble dans l'eau pure, soluble dans l'eau faiblement acidulée ou alcalinisée et dans les solutions salines. Elle présente les réactions caractéristiques des protéines : réaction du biuret, réaction xanthoprotéique, précipitation par l'acide trichloracétique. Son poids moléculaire, très élevé, a été évaluée à 17.000.000.

La protéine est virulente. L'inoculation au Tabac d'une solution au milliardième de protéine cristallisée provoque à coup sûr la mosaïque. La virulence est environ 500 fois plus grande que celle du suc de plante malade qui, en effet, fournit approximativement 1/500^{e} de son poids de protéine cristallisée.

La protéine est douée de pouvoir antigène. Le sérum des animaux préparés par des injections de protéine cristallisée donne un précipité en présence d'une solution au 1/100.000^{e} de cette même protéine, mais n'en donne pas en présence des autres protéines, notamment de celles que l'on extrait des Tabacs sains ; la précipitine développée dans le sérum des animaux immunisés est donc spécifique. En traitant la protéine virulente par des agents physiques (rayons X, rayons ultra-violets), ou chimiques (eau oxygénée, formol), on lui ôte son pouvoir pathogène, tout en laissant subsister, si les moyens employés ne sont pas trop brutaux, son pouvoir antigène. La protéine formolée peut être partiellement réactivée par dialyse. L'inactivation par le formol s'accompagne d'une baisse de l'azote aminé ; la réactivation, de l'augmentation des groupes aminés, qui semblent donc intervenir

pour réaliser la configuration nécessaire à l'activité du virus.

Dans les plantes saines, la protéine pathogène n'a jamais pu être décelée. Chez les Tabacs atteints de mosaïque, elle représente 80 à 90 % des protéines de la plante. Il y a donc pléthore de protéines chez les plantes malades. Les choses se passent comme si la protéine-virus réalisait la synthèse de ses propres molécules aux dépens des nucléoprotéines de la cellule. C'est là un phénomène analogue aux processus d'assimilation, que l'on tient pour caractéristiques de la vie.

La protéine-virus de la mosaïque du Tabac peut être préparée non seulement par voie chimique, mais aussi, comme l'ont fait MM. WYCKOFF et COREY (1), par centrifugation très rapide ou ultracentrifugation. Si l'on soumet le liquide virulent extrait des feuilles à une centrifugation très énergique (25.000 tours par minute), les molécules de protéine-virus, plus lourdes que toutes les autres molécules de la solution, se sédimentent les premières, et comme elles sont toutes de même poids, elles se sédimentent simultanément. On obtient ainsi un culot de centrifugation formé de protéine virulente pure, cristallisée en aiguilles.

Des cristaux de protéines virulentes de même type ont été isolés d'autres maladies à virus, soit par voie chimique, soit par ultracentrifugation. M. STANLEY a obtenu à l'état d'aiguilles cristallines le virus de la mosaïque Aucuba du Tabac. MM. BAWDEN et PIRIE ont obtenu, à partir de divers virus (virus du Concombre, de la mosaïque de la Tomate, de divers types de mosaïque du Tabac, virus X de la Pomme de terre), soit des précipités en aiguilles, soit des préparations liquides cristallines, qui se séparent en deux couches : couche inférieure spontanément biréfringente, couche supérieure biréfringente seulement

(1) *Science*, t. LXXXIV, 1936, p. 513.

quand on l'agite. La composition chimique brute est sensiblement la même pour toutes ces protéines, mais elles diffèrent entre elles, et elles diffèrent des protéines normales des plantes par leurs propriétés pathogènes et antigènes.

MM. BERNAL et FANKUCHEN ont soumis à l'analyse par les rayons X les cristaux en aiguilles isolés par M. STANLEY. Ils ont constaté que ces aiguilles ont bien certaines propriétés des cristaux, mais qu'elles manquent de la régularité dans les trois dimensions de l'espace, qui caractérise l'état cristallin : l'arrangement des molécules y est régulier dans le sens transversal, mais non dans le sens longitudinal. Par contre, MM. BAWDEN et PIRIE ont isolé de Tomates infectées avec le virus du « bushy stunt » (rabougrissement buissonneux), par précipitations répétées au moyen du sulfate d'ammonium, une protéine spécifique qui cristallise en forme de dodécaèdres rhombiques (1). Il s'agit là de cristaux authentiques, qui appartiennent au système cubique et sont, en conséquence, dépourvus d'anisotropie. Inoculés par friction des feuilles au *Nicotiana glutinosa*, ils produisent des lésions locales à la dose de 1 dix-millionième de gramme, et un centimètre cube d'une solution en renfermant un millionième de gramme donne un précipité visible avec l'antisérum correspondant. L'activité de cette protéine n'est pas altérée par des cristallisations répétées ni par l'ultracentrifugation. Sa constitution chimique paraît être celle des nucléoprotéines, mais elle diffère des protéines virulentes déjà connues par sa teneur plus élevée en acide nucléique.

***

Il serait très important de savoir si les protéines cristallisées virulentes représentent le virus lui-même

(1) BAWDEN et PIRIE, *Nature*, t. CLI. 1938, p. 513 ; — *Brit. Journ. experim. Pathol.*, t. XIX, 1938, p. 251.

ou la combinaison du virus et d'une substance inactive. M. STANLEY d'une part, MM. BAWDEN et PIRIE d'autre part, sans l'affirmer de façon catégorique, inclinent à penser que les cristaux représentent le virus lui-même. Voici quelques-uns des arguments sur lesquels ils appuient leur manière de voir :

1° L'activité des protéines ne baisse pas après 15 cristallisations successives.

2° Supposons que la virulence soit due à une entité distincte, adsorbée par la protéine, ou à un groupe dissociable attaché à celle-ci. On sait que, dans une solution ou dans une suspension, les attractions ou les répulsions réciproques des molécules ou des particules sont dues principalement à leurs charges électriques. En modifiant ou en renversant la charge électrique de la protéine, on peut donc s'attendre à en détacher le virus. On réalise ce renversement de charge en centrifugeant la protéine à des concentrations en ions H variées : au point isoélectrique et de part et d'autre de ce point. On peut adjoindre à la solution des protéines de poids moléculaire plus faible (protéines de Tabac normal, albumine d'œuf), avec l'espoir que le virus, libéré de ses attaches avec les molécules de protéine de poids moléculaire élevé, ira se fixer sur les molécules de protéine de faible poids moléculaire. Or, quand on opère dans ces conditions, ou bien le liquide surnageant est dénué de virulence, ou bien sa virulence a baissé proportionnellement à la baisse de sa concentration en protéine de poids moléculaire élevé, ce qui n'aurait pas lieu, si le virus s'était séparé de cette protéine. Ces résultats prouvent que le virus et la protéine se sédimentent dans la même proportion et sont, par conséquent, de même poids moléculaire, et que, d'autre part, le virus n'est pas un agent séparable, par les moyens employés, de la protéine de poids moléculaire élevé. La virulence est donc liée à cette protéine et paraît en être une propriété spécifique.

3° Chaque protéine a le même degré de stabilité et les mêmes propriétés caractéristiques que le virus d'où elle est extraite. Il était connu, par exemple, que le chauffage à 70° et la digestion par la trypsine font disparaître la virulence du suc des plantes infectées par le virus « X » de la Pomme de terre, alors que ces traitements respectent la virulence du suc des plantes infectées par le virus de la mosaïque du Tabac. On sait aujourd'hui que ces mêmes agents décomposent les protéines isolées des plantes infectées de virus « X », alors qu'ils sont sans action sur les protéines isolées de plantes infectées de mosaïque du Tabac. De plus, la quantité de protéine qui peut être isolée d'un suc virulent est proportionnelle au pouvoir infectieux de ce suc et varie avec les différents virus. La virulence de la sève d'une plante malade est donc liée à la présence et à l'intégrité de la protéine. et proportionnelle à sa concentration.

4° La mosaïque du Tabac se rencontre chez plusieurs autres Solanées, en particulier chez la Tomate, et même chez des plantes, telles que le *Phlox*, appartenant à d'autres familles. Si la protéine cristallisée virulente isolée du Tabac atteint de mosaïque est bien l'agent de l'infection, elle doit nécessairement être présente chez les Tomates ou chez les *Phlox* affectés de la même maladie. Or M. STANLEY et ses collaborateurs ont isolé de Tomates ou de *Phlox* atteints de mosaïque du Tabac une protéine cristallisée virulente de propriétés identiques à celles de la protéine isolée de Tabacs atteints de la même maladie ; les deux protéines ont même pouvoir infectieux, mêmes propriétés sérologiques, même composition chimique, même activité optique, même point isoélectrique et même constante de sédimentation. Leurs propriétés sont donc indépendantes de la nature spécifique des plantes d'où elles proviennent.

Il faudrait assurément, pour démontrer de façon rréfutable l'identité des protéines et des virus, prouver

que les préparations de protéines sont parfaitement homogènes. Il est impossible pratiquement d'en fournir la preuve directe. Toutefois, des expériences telles que les précédentes n'ont jamais réussi à déceler, dans les protéines virulentes, la moindre hétérogénéité. Aussi a-t-on de bonnes raisons de penser que les protéines représentent les virus eux-mêmes.

C'est là, en vérité, une notion qui heurte beaucoup d'esprits. « Ce n'est pas, écrit M. BAWDEN, le fait que les virus forment des cristaux ou des cristaux liquides qui les sépare si profondément des organismes, car il est possible d'imaginer de petits organismes s'arrangeant eux-mêmes dans l'espace avec une régularité à deux ou même à trois dimensions. Les différences réelles reposent plutôt sur la simplicité chimique des virus et sur la régularité de leur structure interne. Tous les organismes connus contiennent des sels, des sucres et de nombreuses substances autres que les protéines, mais les virus semblent être de simples masses solides de nucléoprotéines ne contenant en proportion appréciable ni eau ni autre substance diffusible. De plus, les mesures par les rayons X montrent que les sous-unités dont les particules de virus sont construites, sont arrangées de la même manière et avec le même degré de régularité et de complexité que dans d'autres protéines bien définies, telles que la kératine des plumes. »

***

Sans prendre parti sur le problème de l'identité des protéines et des virus, qu'il appartiendra à l'expérience seule de résoudre, nous voudrions, en manière de conclusion, tenter de dissiper quelques préventions qui rendent malaisée à accepter l'idée qu'un composé chimique défini et cristallisable puisse apparaître doué des attributs essentiels de la vie.

On admet que toute substance vivante, quel que soit

son degré d'organisation, qu'il s'agisse d'un virus ultra-microscopique ou du protoplasma d'un être supérieur, est formée de particules en suspension dans un liquide. Pour beaucoup de biologistes ou de physiciens modernes (M. Guye, M. Devaux, M. Boutaric, M. Lecomte du Noüy, pour n'en citer que quelques-uns), ces particules, qui représenteraient l'élément vital du protoplasma, ne seraient pas (sauf exceptions), des micelles colloïdales, comme on l'avair longtemps supposé, mais bien de grosses molécules, de poids moléculaire très élevé. Il n'est pas douteux que la découverte des protéines-virus n'apporte, à l'appui de cette conception, un argument de grande valeur.

La théorie moléculaire de la matière vivante a conduit M. Ch.-Eug. Guye à formuler une hypothèse sur l'apparition de la vie, qui diffère radicalement des opinions courantes sur le sujet (1). Pour lui, il n'existe pas de matière morte, c'est-à-dire de matière qui ne contienne en elle-même le principe de quelque mouvement spontané. C'est là une conception que l'on trouve formulée antérieurement par divers philosophes ; Spinoza, entre autres, l'exprimait sous cette forme : *Omnia quanquam diversis gradibus animata sunt* ; *cuncta affectant organisationem.* Précisée par les vues des physiciens modernes, cette conception conduit à placer le principe du phénomène vital non dans les résultantes physico-chimiques telles que nous les observons à notre échelle, mais dans les actions élémentaires individuelles, moléculaires, atomiques ou corpusculaires. Dans les phénomènes physico-chimiques non accompagnés de manifestations vitales, les mouvements « spontanés » des molécules se compensent les uns les autres en raison du nombre immense de ces éléments. Il en résulte que les phénomènes physico-chimiques paraissent soumis aux lois d'un déterminisme inéluctable, mais ce déterminisme, mal-

(1) Ch.-Eug. Guye, Les frontières de la Physique et de la Biologie, Genève, 1936.

gré son apparente rigueur, n'est en réalité qu'un déterminisme statistique, conséquence de la loi des grands nombres.

Le phénomène vital, sous-jacent à tout phénomène physico-chimique, ne pourra nous être rendu sensible qui si les actions individuelles des molécules ou des atomes cessent d'être compensées, chose qui se produira par suite de l'apparition de configurations hautement dissymétriques dans de grosses molécules, formées d'un grand nombre d'atomes. Pour faire comprendre qu'il puisse en être ainsi, M. GUYE a recours à la comparaison suivante : soit un mélange homogène d'une poudre blanche et d'une poudre noire ; ce mélange paraîtra gris à l'échelle macroscopique. Mais si le mélange n'est pas homogène, si les grains noirs et blancs n'y sont pas également répartis, la couleur grise cessera d'être uniforme, la poudre présentera des alternances de plages claires et de plages foncées ; et cette apparence, résultat d'une dissymétrie dans la répartition des grains, sera révélatrice de leurs propriétés individuelles.

Les configurations très dissymétriques capables d'amener ce résultat, comme le montre le calcul des probabilités, sont très rares en comparaison du nombre immense des configurations symétriques ou peu dissymétriques possibles. Aussi leur probabilité de réalisation fortuite est-elle pratiquement nulle, ce qui, selon M. GUYE, « expliquerait l'impossibilité pratique où nous sommes, quelle que soit d'ailleurs l'assiduité de nos observations, d'être les témoins de la génération spontanée dans un milieu préalablement et soigneusement stérilisé par l'agitation thermique ». Toutefois, leur nombre est énorme en valeur absolue, « ce qui est compatible avec l'extrême variété et la diversité des formes de la vie ».

Cette manière de voir rejoint la conception de PASTEUR, pour qui la vie est fonction de la dissymétrie moléculaire.

En résumé, deux conceptions opposées tentent d'exprimer les rapports qui unissent la matière à la vie. Pour l'une, la matière, constituée par des grains minuscules qui s'attirent ou se repoussent suivant des lois rigoureuses, est simple à son origine. Ce n'est que secondairement que ces éléments primordiaux, par leur association, auraient donné naissance à des composés de plus en plus complexes et, finalement, à la vie et à la pensée. Pour l'autre, qui trouve un point d'appui dans les conquêtes récentes de la Physique, c'est à l'origine même des choses que se trouve la complexité, et l'apparente simplicité des lois physico-chimiques résulte de compensations statistiques entre des « libertés » élémentaires en nombre prodigieusement élevé.

Cette seconde conception, que M. GUYE soutient par une argumentation serrée, a été formulée non seulement par des philosophes (nous citions tout à l'heure SPINOZA), mais aussi par des physiciens ou des biologistes notoires. « De même que jamais, écrivait ARRHÉNIUS, nous ne nous posons la question de savoir quelle est l'origine de l'énergie de mouvement, de même aussi nous pouvons bien nous habituer à la pensée que la vie a toujours existé, et que c'est un travail inutile de chercher à en connaître l'origine (1) ». Et PASTEUR, dans une note de 1878 (2), s'exprime ainsi :

« *La génération spontanée, je la cherche sans la découvrir depuis vingt ans.*

« *Non, je ne la juge pas impossible. Mais quoi donc vous autorise à vouloir qu'elle ait été l'origine de la vie ? Vous placez la matière avant la vie et vous faites la matière existant de toute éternité. Qui vous a dit que le progrès incessant de la science n'obligera pas les*

(1) S. ARRHÉNIUS, l'Evolution des Mondes, Paris, 1910.

(2) Publiée par M. PASTEUR VALLERY-RADOT dans le tome VII des *Œuvres complètes de Pasteur* (Paris, 1939, Masson, éd.).

savants, qui vivront dans un siècle, dans mille ans, dans dix mille ans... à affirmer que la vie a été de toute éternité et non la matière. Vous passez de la matière à la vie parce que votre intelligence actuelle, si bornée par rapport à ce que sera l'intelligence des naturalistes futurs, vous dit qu'elle ne peut comprendre autrement les choses. Qui m'assure que dans dix mille ans on ne considérera pas que c'est de la vie qu'on croira impossible de ne pas passer à la matière ? Si vous voulez être au nombre des esprits scientifiques, *qui seuls comptent, il faut vous débarrasser des idées et des raisonnements* a priori *et vous en tenir aux déductions nécessaires des faits établis, et ne pas accorder plus de confiance qu'il ne faut aux déductions de pures hypothèses.* »

Dans la conception qui vient d'être brièvement esquissée, la vie n'est pas un phénomène accidentel, qui altérerait de façon superficielle et temporaire la pureté minérale de la matière. Elle est, au contraire, une propriété fondamentale et éternelle du cosmos, mais qui, dans la matière dite inanimée, se dissimule, à notre échelle d'observation, sous le chaos des apparences physico-chimiques. S'il en est ainsi, les protéines virus cristallisables représenteraient peut-être une matière en quelque sorte privilégiée, où nous verrions émerger, du sous-sol invisible où règnent les actions individuelles des molécules, des atomes et de leurs constituants, la réalité sous-jacente aux lois statistiques, c'est-à-dire le phénomène vital.

(*Institut Pasteur de Paris*).

SUR LES DÉGATS ET LES DÉFORMATIONS DES RAMEAUX PROVOQUÉS PAR LES *YEZABURA* MATS. (*HEM. APHIDIDAE*) SUR LES POMACÉES CULTIVÉES.

par

E.-A. Cairaschi

Introduction. — Au cours de l'année 1938, les cultures fruitières eurent beaucoup à souffrir en France des invasions d'Aphides.

Le Pommier en particulier dans la région parisienne, fut attaqué par un grand nombre de pucerons notamment par le puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum* Hausm.), le puceron vert du pommier (*Aphis pomi* L) et les pucerons du *G. Yezabura* Mats. Ce sont les dégâts provoqués par les espèces appartenant à ce dernier genre, fort abondant au cours des mois de mai et juin 1938, qui font l'objet du présent travail.

Nous nous proposons dans cette première note :

1° De donner très succinctement les *caractères morphologiques* généraux du groupe et les différences avec les genres voisins.

2° De mettre en évidence la nature des dégâts occasionnés. Nous insisterons sur ceux-ci, étant donné leur origine, leur aspect spécial : caractéristiques qui font leur originalité. Nous avons poursuivi une étude hystologique de ces dégâts qui permet de comprendre le mécanisme des déformations.

L'ensemble des résultats de nos recherches nous permet de donner quelques conclusions que nous exposons plus loin.

Les *Yezabura* font partie de la s. fam. des *Aphidinae* et sont voisins des genres *Aphis* L., *Anuraphis* Del Guercio, auquels ils étaient primitivement rattachés.

La synonymie de ce genre est d'ailleurs très variée : *Dentatus V. D. Goot, Neocaudus Theob., Sapaphis Mats., Ceruraphis Börn.*

Ce sont des pucerons globuleux, de taille assez forte : 2 à 3 mm. au stade aptère, caractérisés macroscopiquement déjà, par la fine pruinosité de couleur rose ou mauve à reflet plus ou moins mat, dont leur corps est recouvert.

Les antennes généralement de 6 articles sont plus courtes que le corps. Chez les fondatrices elles sont composées de 4 à 5 articles. Les cornicules sont courtes, cylindriques, légèrement renflées à leur base. Queue très courte et arrondie. Les ailes sont à nervulation normale avec la média I, bifurquée 2 fois.

Les caractères morphologiques essentiels pour la différenciation des genres *Anuraphis* Del Guercio et *Yezabura* Mats., très voisins, sont résumés dans le tableau ci-dessous.

G. *Yezabura* Mats.	G. *Anuraphis* Del Guercio
Présence de tubercules antennaires peu développés mais nnéanmoins présents.	Pas de trace de tubercules antennaires.
Présence de tubercules médians et latéraux sur les segments abdominaux.	Présence de tubercules marginaux seulement.
Habitat : principalement les Pomacées.	Habitat : Amygdalées.

Dans l'ensemble les espèces du genre *Yezabura* sont assez mal connues en France et leur systématique jusqu'à présent difficile à préciser.

Une espèce principale attaque le Pommier en France : *Y. malifolii* Fitch., espèce migrante en juin sur différentes plantes herbacées. L'aptère, de couleur violacée mesure 2,5 mm. de long ; les antennes sont enfumées, les pattes antérieures avec fémurs clairs, les pattes intermédiaires et postérieures avec fémurs foncés ; les tarses sont noirs, les cornicules cylindriques.

D'autres espèces, très voisines de la précédente migrant en juin également sur d'autres plantes spontanées telles que *Capsella bursa-pastoris* L. ont été également décrites à l'étranger.

Un certain nombre (*Y. piri* Boyer de F., *Y. malii* New., *Y. Reaumuri* Mord., *Y. longipilosus* Mord, etc.) n'existent qu'en Russie et au Turkestan et n'ont pas encore été signalées en France.

Biologie. Description des dégats. — Pendant la belle saison surtout du printemps au mois de juin inclus les *Yezabura* se développent rapidement (cycle d'une génération, 10 à 15 jours de moyenne). Leur multiplication est très active et les colonies évoluent sur les organes herbacés de l'arbre : *feuilles*, *jeunes rameaux* en voie de croissance.

Un grand nombre de pucerons au stade aptère se localisent à la face inférieure des feuilles provoquant par leurs piqûres une *réaction de la feuille* qui s'enroule et se recroqueville.

A l'intérieur des feuilles ainsi recroquevillées, qui changent également de teinte, devenant rougeâtres, on remarque souvent un liquide clair et visqueux, analogue à celui que l'on observe chez les galles closes de *Pemphiginae* chez le peuplier, et l'orme.

Mais les dégâts sont plus graves sur les jeunes rameaux. L'examen de la Planche I montre d'une

***Déformation des rameaux de Pommier sous la piqûre des* Yezabura**

manière très explicite l'allure du mal qui se traduit le plus souvent par des déformations extérieures. Nous avons eu l'occasion d'observer l'aspect des arbres ayant souffert des attaques à Versailles : jeunes pommiers de forme moyenne ; fuseau ou plein vent sur lesquels les colonies furent particulièrement virulentes.

Chez les très jeunes rameaux, quelques semaines après débourrement, dont la partie terminale présente des nœuds très rapprochés et l'axe de la tige très tendre, il y a un ralentissement très net dans la poussée.

Sur les rameaux plus évolués, atteignant 20 à 25 cm, toujours en voie d'allongement, les dégâts se manifestent surtout en fin de végétation. A la suite des piqûres des insectes le long et en profondeur de l'écorce, des réactions internes se produisent. Le rameau apparaît non plus rectiligne, érigé, l'extrémité parfaitement dans l'axe principal, mais plus ou moins arqué, avec des courbures irrégulières, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Les points de courbure semblent être le lieu de fixation des colonies de Pucerons, et les courbures successives s'expliquent par le déplacement de ces mêmes colonies. En effet, les espèces de Puceron incriminées sont essentiellement mobiles au cours de leur évolution. Des groupements d'individus s'installent à demeure sur une portion de rameau ou sous une feuille pendant un temps limité, piquent la région du végétal pour se nourrir et se portent plus loin ensuite. Dans les parties attaquées où les piqûres sont nombreuses, les entrenœuds sont réduits et les yeux peu apparents.

Chez les rameaux se développant par anticipation. ou chez ceux se développant après un débourrement tardif, la croissance se trouve très ralentie et la partie distale de l'organe ligneux très affaiblie. L'aoûtement s'effectue mal, dans tous les cas, il est insuffisant ; quelques feuilles mortes subsistent souvent dans ces

régions mal aoûtées, plus particulièrement à l'extrémité des rameaux. Une arcure terminale « en crosse », très caractéristique de ces dégâts, est visible à l'examen de ceux-ci. Sous l'action de l'insecte, il se forme des concrétions d'origine végétale ou « mannes » parfois abondantes envahissant l'extrémité des pousses, et on note la présence très courante sur ces rameaux déformés d'une couche de *fumagine* : champignons exophytes du genre *Capnodium*. Avec l'affaiblissement des rameaux, on constate quelquefois des crevasses dans l'écorce.

D'une manière générale, les arbres atteints prennent un port buissonnant, les rameaux mal orientés et déformés gênent considérablement les opérations de taille de formation des jeunes arbres.

Action du parasite sur le végétal. Recherches sur le mécanisme des déformations. — Nous avons effectué une étude histologique des organes malades et, à titre comparatif, nous avons également opéré sur des parties apparemment saines.

Des coupes transversales, tangentielles, longitudinales, ont été faites sur des fragments de rameaux prélevés à différents niveaux, ainsi que dans les zones de courbure et les extrémités recourbées. Adoptant une technique classique de fixation et de coloration (liquide de Bouin, safranine), nous obtenons une représentation très claire des lésions.

Quelques microphotographies montrent les résultats obtenus et nous permettent d'interpréter les différents aspects des dégâts.

Les larves et les adultes des espèces de *Yezabura* laissent à la suite de leurs piqûres une trace, une « gaine » dans les tissus du végétal : le pommier dont ils se nourrissent. Cette gaine est facile à montrer par des coupes effectuées durant la végétation, mais que nous retrouvons pendant l'hiver de la même façon sur les rameaux plus ou moins aoûtés. Elle est

caractéristique chez l'ensemble des insectes piqueurs du groupe des hémiptères et semble due à l'action de la salive de l'insecte sur les cellules de la plante-hôte.

Le rostre se fixe par son extrémité pointue sur la surface de la plante et la trompe, formée par les quatre soies rostrales, se déploie dans les tissus jusqu'aux éléments libériens. En même temps, l'insecte, à l'aide de sa trompe, injecte sa salive suivant un mécanisme bien décrit par DAVIDSON (1923) dans ses travaux sur le Puceron lanigère, *Aphis rumicis* L. et autres hémiptères. Pendant son parcours, plus ou moins rectiligne, le suçoir rencontre des obstacles dans les tissus (fibres, faisceaux des clérenchyme, etc...) et sa trace se trouve plus ou moins irrégulière et sinueuse.

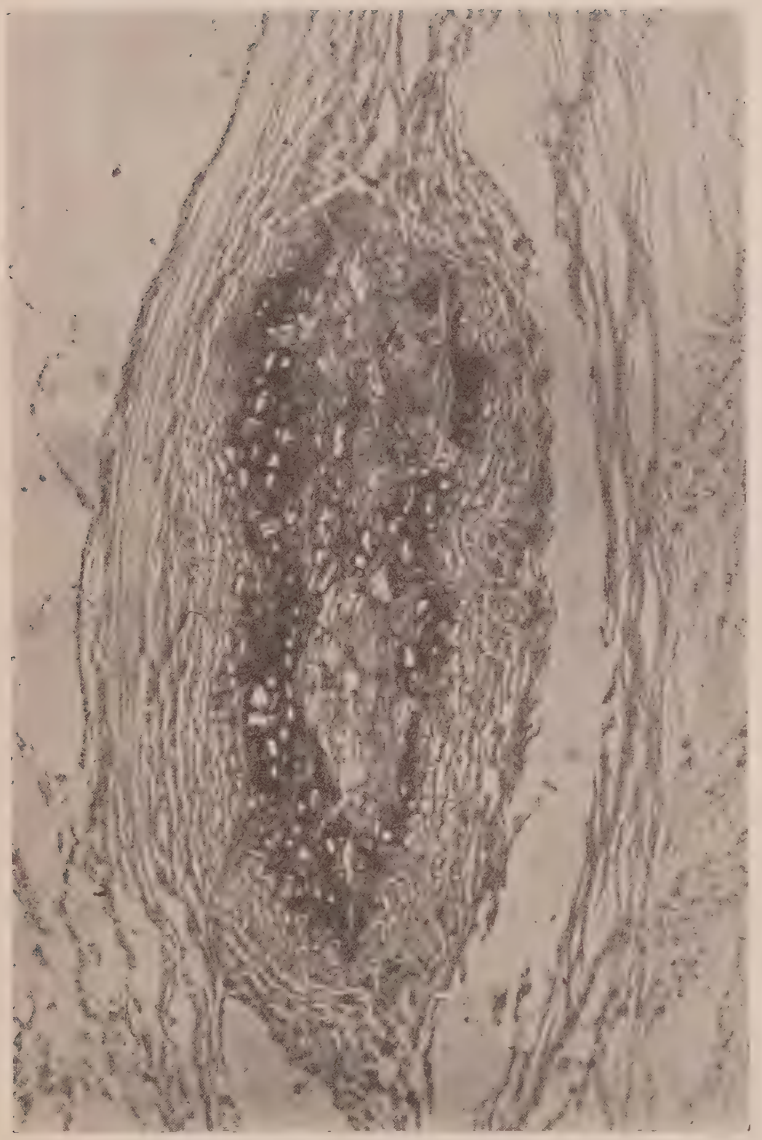
Finalement, ayant atteint la région libérienne, on constate deux faits :

1° la sève élaborée contenue dans les vaisseaux libériens les plus externes est puisée par l'insecte, les cellules atteintes autour de la gaine se vident également de leur protoplasma par un phénomène de plasmolyse très actif.

2° arrivée au terme de sa pénétration, la trompe salivaire déverse la majeure partie des *substances nocives* constituant la salive. C'est dans ces régions que nous constatons maintenant la présence de *galles* closes, placées au milieu du tissu vivant normal(Pl. II).

Si on examine à un fort grossissement les cellules constituant ces galles internes (Pl. IV), nous voyons un tissu ayant tous les caractères morphologiques du liège. En effet, les parois des cellules qui le constituent sont épaissies, l'intérieur est vidé de son contenu protoplasmique ; en un mot, ces cellules sont mortes tuées par l'injection salivaire.

La plante réagit en créant autour de ces cellules une bordure d'éléments cellulaires isolant la partie malade. Néanmoins, les premières cellules vivantes



Galle interne provoquée par la piqûre de Yezabura *sur rameaux de Pommier.*

sont toujours assez éloignées du centre de la galle, et, suivant l'importance de la piqûre et la quantité de salive, on aura un amas de cellules plus ou moins grand, formant une galle plus ou moins volumineuse.

Quelquefois une enveloppe de cellules prolifère par ses bords en créant un col autour d'une galle superficielle. Le résultat est l'isolement d'une partie des cellules mortes à l'intérieur formant en définitive une nouvelle galle interne.

Les galles sont produites à des profondeurs variables dans le *liber secondaire* ; quelques-unes sont superficielles et prennent un aspect particulier ; elles ne sont plus closes mais communiquent avec l'extérieur par leurs bords élargis ; les cellules centrales isolées et mortes peuvent alors constituer un bloc qui se détache du reste du végétal (voir Pl. III) ; on a alors une cavité, une sorte d'invagination, en doigt de gant, plus ou moins profonde.

Histologiquement, nous sommes en présence d'un processus de néo-formations analogue à celui qui s'opère dans le cas du Puceron lanigère : gaine comparable, tumeurs s'extériorisant. Celles-ci sont faciles à mettre en évidence en promenant le doigt le long de l'écorce ; on rencontre des bosses irrégulières correspondant aux galles. Cependant, si le mécanisme reste le même dans les deux cas : *Yezabura* et *Eriosoma* ; il y a néanmoins une différence dans les proportions des dégâts. Le Puceron lanigère, dont les colonies sont à peu près fixes pendant toute la durée de la végétation du pommier, provoque, par des piqûres répétées, la formation des tumeurs parfois énormes que l'on connaît. Au contraire, dans le cas qui nous occupe, les colonies se déplacent et si les piqûres sont aussi nombreuses, elles sont moins localisées et la réaction du végétal moins grande. De plus, les *Yezabura n'évoluent jamais sur le système radiculaire à la façon des Eriosoma.*

Galle superficielle provoquée par la piqûre de Yezabura
sur rameau de Pommier.

Détails de l'action de la salive. — L'action de la salive, qui a été bien étudiée par Davidson (1914 et 1923) sur *Aphis rumicis* L., détermine, par son contact avec le contenu cellulaire, une plasmolyse marquée, puis une migration du protoplasme du côté d'où vient l'irritation. Ce protoplasme se désorganise, il y a gonflement considérable du noyau en même temps que déformation. Finalement, on a une masse irrégulière se colorant fortement (Pl. IV). Cette action salivaire se propage à distance, et on a en définitive une hypertrophie accusée de la région piquée par le Puceron (liber secondaire — tissus et vaisseaux libériens) l'écorce se touvant plus ou moins comprimée, d'où l'aspect de celle-ci présentant des nodosités externes, qu'une étude topographique et un examen rapide font ressortir.

Le tissu tuméfié, morbide, qui compose les régions déformées, continue à s'accroître pendant la végétation, mais quand celle-ci s'arrête l'ensemble se dessèche et se désorganise entièrement. Quelquefois même, pour les galles les plus externes, la dessiccation des tissus morts entraîne leur chute, et, comme nous l'avons démontré, il se forme des cavités plus ou moins profondes qui pénètrent de l'extérieur vers le cœur du rameau (Pl. III).

Cette constatation est particulièrement courante dans les dégâts du Puceron lanigère qui utilise les cavités de la tumeur ainsi formées pour s'abriter au cours de l'hiver (Prillieux, p. 47).

Zweigelt et Davidson (1923), étudiant toujours sur *A. rumicis* la salive sécrétée par les glandes salivaires, ont mis en évidence une diastase : l'*amylase*, qui transforme l'amidon en hydrates de carbone plus simples.

Appliquant leur méthode (glandes salivaires extraites placées dans de l'eau physiologique, portées ensuite sur une lame enduite d'agar-agar + amidon, après un contact de quelques heures traitement à

Coupe tangentielle d'une galle interne de Yezabura
dans un rameau de Pommier.

l'eau iodée), on constate que la lame prend une coloration bleue, caractéristique de la transformation de l'amidon en dextrine et sucres solubles. Ainsi, l'insecte pourrait absorber directement des aliments solubles, grâce à l'action chimique et diastasique de la salive.

D'autres auteurs (PUSSARD, 1938) travaillant sur d'autres hémiptères (*Psyllidae*) ont montré également la présence de l'amylase. Dans le cas particulier qui nous intéresse, il est fort possible que la salive des *Yezabura* agisse d'une manière comparable.

On peut se demander enfin comment se produisent les courbures dans les rameaux : principal aspect des dégâts décrits. Les coupes effectuées dans ces régions nous renseignent sur ce point.

Dans la partie latérale correspondant au sens de la courbure, un examen histologique montre une épaisseur d'écorce et de liège allant de 1,5 à 2 fois l'épaisseur de la même couche du côté opposé. Primitivement, les piqûres sont nombreuses sur un côté du rameau ; il y a hypertrophie des tissus, prolifération intense de la partie corticale du liber secondaire, qui s'épaissit aux dépens des éléments profonds du bois. Le rôle de soutien est par suite plus faible dans cette région. Du côté opposé, le développement étant normal, un fléchissement se produit et la courbure se précise. Ainsi, la déformation constatée s'apparente à un changement dans le géotropisme, mais, ici, la cause est avant tout d'ordre chimique et interne.

CONCLUSIONS. — *Les dégâts étudiés, provoqués par un groupe d'*Aphides, *encore imparfaitement connus, nous éclairent sur l'importance de la lutte contre les insectes piqueurs des végétaux : l'ensemble des Hémiptères sont parmi ceux-là. Des dégâts similaires peuvent se constater à la suite de piqûres de* Psylles, *dont le rôle est particulièrement néfaste au poirier.*

Il est indispensable de lutter par des traitements très

précoces entrepris dès l'apparition des premières colonies qui se développent dès le départ de la végétation au printemps : début avril à Versailles. Il ne faut pas oublier que les rameaux jeunes sont toujours les plus atteints.

Plus tard, en juin-juillet, on assiste à un arrêt très sensible dans l'évolution des colonies de Pucerons :

1° *de nombeux parasites naturels interviennent et un équilibre biologique s'établit.*

2° *des facteurs climatologiques défavorables modifient les conditions optima de développement.*

Il serait intéressant d'étudier le comportement et l'action sur différentes variétés de pommiers, des diverses espèces de Yezabura.

Sur nos variétés précoces, *les Pucerons se portent surtout à la face inférieure des feuilles.*

Sur les variétés plus tardives ou de précocité moyenne, *les feuilles et les rameaux sont indistinctement envahis.*

Pour une espèce voisine, Aphis pomi *L., qui évolue principalement aux dépens du feuillage, on a constaté que les variétés à feuillage lisse ou glabre semblaient plus atteintes que celles à feuillage plus ou moins duveteux.*

Une étude systématique, éventuellement la description des espèces mal connues, des remarques d'ordre cultural et concernant le comportement des Yezabura, *restent à faire. Elles complèteront les connaissances biologiques préliminaires que nous venons d'exposer.*

(Station centrale de zoologie agricole.)

BIBLIOGRAPHIE

DAVIDSON (J.). — Biological studies of *Aphis rumicis* L. The penetration of plant tissues and the source of the food supply of Aphids. (*Annales of Applied Biology*, Vol. X, nº 1, février 1923).

MARCHAL (P.). — Etude biologique et morphologique du Puceron lanigère du pommier (*Eriosoma lanigerum* Hausm.) (*Annales des Epiphyties*, nº 1, 1928).

PRILLIEUX (E.). — Etude des altérations produites dans le bois du pommier par les piqûres du Puceron lanigère (*Annales de l'Institut Agronomique*, nº 2, 2e année, 1877-1878).

PUSSARD (R.). — Contribution à l'étude de la nutrition des Psylles. Présence de gaines dans les tissus de la plante. Rôle et importance (*Bull. Soc. Ent. de France*, nº 20, pp. 292-297, 1938).

WEBER (H.). — Biologie der Hemipteren (*Eine Naturgeschichte der Schnabelkerfe*. Berlin 1930).

ZWEIGELT (F.). — Beiträge zür Kenntnis der Samgphänomens der Blattläuse und der Reaktionen der Pflanzenzellen (*Centralblatt für Bakteriologie, Parasikunde und infections Krankheiten*, XIII, pp. 265-274, 1914).

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I. — Groupe de rameaux de pommier ayant souffert des piqûres des *Yezabura* mats. Remarquer les courbures irrégulières sur toute la longueur des organes, l'arcure terminale « en crosse » des jeunes rameaux, les déformations superficielles (galles, crevasses, fumagine) et d'une manière générale l'affaiblissement manifeste des extrémités.

Planche II. — Galle interne dans le liber secondaire : liège avec cellules hypertrophiées au centre et enveloppe de cellules vivantes.

(*Microphotographie originale*)

Planche III. — Galle superficielle. Remarquer le décollement du bloc de cellules mortes laissant apparaître après la chute une cavité dont le pourtour est bien délimité par l'enveloppe de cellules formant bourrelet cicatriciel : résultat de la réaction du végétal.

(*Microphotographie originale*)

Planche IV. — Coupe tangentielle effectuée dans le liber secondaire renfermant une série de galles. Les cellules centrales de celles-ci présentent des parois épaissies (liège) ; des cristaux apparaissent à l'intérieur, déposés après le phénomène de plasmolyse.

(*Microphotographie originale*)

DE LA PRÉSENGE DE *USTILAGO VIOLACEA* (PERS.) FUCKEL SUR *MALACHIUM AQUATICUM* FR.

par

A. Bergeal

Au cours du mois de septembre 1938, le long d'un chemin traversant la ferme de Poyers, dans la commune d'Orphin, à quelques kilomètres de Rambouillet (Seine-et-Oise), notre attention fut attirée par la coloration anormale de certaines fleurs de *Malachium aquaticum* Fr., plante abondante en cet endroit humide et peu ensoleillé. Les fleurs présentaient l'aspect caractéristique des fleurs des Caryophyllées si fréquemment parasitées par *Ustilago violacea* (Pers.) Fuckel.

Nous avions déjà rencontré cette cryptogame parasite des anthères sur *Saponaria officinalis* L. dans le Cantal, sur *Stellaria graminea* L. à Trianon sur *Stellaria holostea* L. dans la vallée de la Bièvre et sur *Lychnis vespertina* Sibth en différentes stations dont une dans le voisinage de celle des *Malachium* atteints.

Les anthères des fleurs parasités sont profondément déformées ; de couleur violacée (lie de vin), elles laissent échapper la masse sporifère pulvérulente qui, lorsqu'elle s'étale sur les pétales blancs, leur

donne une coloration d'un violet sali qui tranche avec la netteté des fleurs saines.

Les spores ont un aspect conforme à celui décrit pour *Ustilago violacea* vivant sur *Stellaria*, *Lychnis*, *Saponaria*. De forme généralement sphérique, parfois ovoïde, elles ont un diamètre de 5 à 9 μ (les 2/3 mesurent 7 μ). Leur membrane est violette et présente une surface réticulée dont les épaississements limitent de petits polygones plus ou moins réguliers (pentagones ou hexagones) dont la plus grande diagonale a une longueur voisine de 1 μ.

Notre collègue G. VIENNOT-BOURGIN, dont nous avons consulté l'important herbier, précisa le peu de fréquence de l'attaque de *Ustilago violacea* sur *Malachium aquaticum* et des renseignements qu'il a bien voulu nous communiquer, il résulte que ce parasitisme n'aurait été signalé que trois fois d'une façon certaine. La première récolte a été effectuée par P. MAGNUS en août 1877 au Thiergarten de Berlin. (Un exemplaire en a été donné par CORNU au Museum d'Histoire naturelle de Paris, en 1879). Une deuxième station de *Ustilago violacea* sur *Malachium* a été signalée par KIRSCHSTEIN, en Allemagne près de Rathenow (Marchia, Vogelsang) et des échantillons en ont été distribués par SYDOW. (Ustilagineen n° 310).

Indiquons enfin que MAURY signale son existence dans les terrains d'épandage près de Reims en 1931.

Ce sont les seules indications précises de récoltes que nous avons pu recueillir. Selon FAHRENDORFF (*in litt.* selon VIENNOT-BOURGIN) la présence de *Ustilago violacea* dans les anthères de *Malachium* est un fait extrêmement rare. Par ailleurs CIFERRI indique *Malachium aquaticum* comme hôte possible, mais n'en signale aucune station sur cette plante en Italie.

Ustilago violacea étant une cryptogame très répandue, *Malachium aquaticum* pouvant être consi-

dérée d'autre part comme une plante commune, il est curieux de constater que, à l'inverse des autres plantes-hôtes possibles de l'*Ustilago*, *Maalchium aquaticum* n'est qu'exceptionnellement parasité. Pour chercher à expliquer ce fait, P. MAGNUS a tendance à considérer à l'intérieur de *Ustilago violacea* un certain nombre de races spécialisées. LIRO arrive aux mêmes conclusions.

Sommes-nous en présence d'une race adaptée au genre *Malachium* ? Les essais d'infection que nous

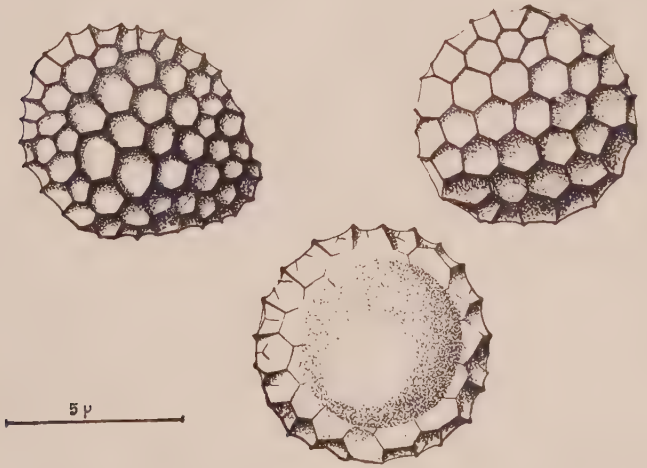


Fig. 1. — Chlamydospores de *Ustilago violacea* (Pers.) Fuckel.

nous proposons d'effectuer pourront peut-être confirmer cette hypothèse.

BIBLIOGRAPHIE

1938. CIFERRI (R.). — Flora italica cryptogama, Ustilaginales.

1924. LIRO (J. I.).— Die Ustilagineen Finnlands, I ; (*Annales Scientiarium Fennicae*).

1931. MAURY (M.). — Florule cryptogamique de la Champagne crayeuse (Myxomycètes, Siphomycètes, Urédinées et Ustilaginées). (*Bull. de la Société mycol. de France*, XLVII).

1911. SCHELLENBERG (H. C.). — Die Brandpilze der Schweiz.

RAPPORTS BIOLOGIQUES ENTRE LE DORYPHORE (*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA* SAY.) ET *SOLANUM DEMISSUM*

(2e *note*)

SOMNOLENCE ET RÉDUCTION D'ACTIVITÉ PRÉSENTÉES PAR LES LARVES CONSOMMANT LES FEUILLES DE CETTE PLANTE.

par

B. Trouvelot et R. Brejoux

Les larves du Doryphore (*L. decemlineata* Say) placées sur *S. demissum* présentent un faible appétit et de nombreuses périodes d'immobilité. Nous nous sommes proposé de préciser l'intensité des phénomènes, ainsi que leur dépendance avec une action directe et spécifique de la plante.

Les durées des périodes d'arrêt et les intensités des alimentations ont été notées par des observations faites sur des larves suivies en détails pendant plusieurs heures. Le tableau ci-après précise les observations réalisées pendant deux heures sur des larves du début du quatrième âge, placées les unes sur *S. tuberosum*, les autres sur *S. demissum*, var. *xitlense*.

	Plantes offertes aux larves :					
	S. tuberosum			*S. demissum*		
N° des larves	1	2	3	1 *bis*	2 *bis*	3 *bis*
Nombre total de minutes pendant lesquelles il y eut :						
a) alimentation	54	62	56	4	6	12
b) immobilité	56	44	52	94	104	100
c) circulation	10	14	12	24	10	8
Surface totale, en mm², des plages d'attaque	40	40	42	4	6	7

Les larves mangeant du *S. demissum* se caractérisent par une réduction au huitième des quantités de feuilles ingérées et des durées des périodes d'ali-

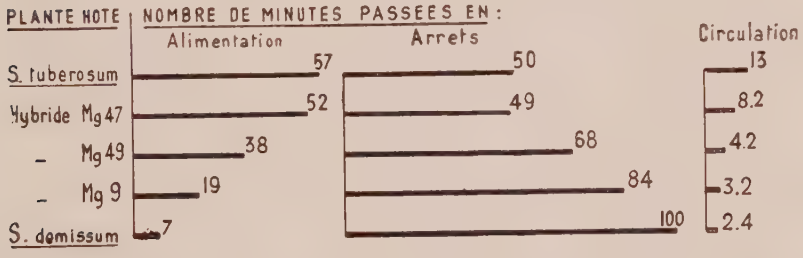


Fig. 1. — Différences des activités présentées par deux larves placées l'une sur *S. tuberosum*, l'autre sur *S. demissum*

mentation, puis par le doublement de la durée totale des phases d'immobilité. Les graphiques dénotant l'activité des larves sur chacune des plantes montrent bien cette différence d'activité (fig. 1).

Des larves de même origine, mais artificiellement sous-alimentées avec *S. tuberosum*, en dehors de leurs courtes périodes d'alimentation, circulent continuellement, ce qui montre que les accroissements de la durée des arrêts sur *S. demissum* ne sont pas en rapport avec l'insuffisance de la nourriture prise.

Pour juger de l'état physiologique des larves arrêtées sur *S. demissum*, certains d'entre elles furent transportées sur des feuilles de *S. tuberosum*. Alors que les témoins sous-alimentés en *S. tuberosum* et subissant les mêmes changements se sont toujours

mis à manger aussitôt le changement de régime, ces larves ont présenté certains délais avant la reprise d'une alimentation appréciable. Le retard fut de 45 minutes à 2 h. 30 pour les larves ayant mangé de 5 à 6 mm² de feuilles de *demissum*, et il atteignit 4 et 5 heures pour celles ayant mangé de 7 à 8 mm². Les larves ayant fait des morsures n'atteignant pas 3 mm² ont eu une reprise d'activité presque immédiate.

D'autres larves, en arrêt, ont été dérangées artificiellement ou transportées sur des feuilles de plantes non consommées comme la Capucine. Les réactions présentées se sont montrées amoindries comparativement aux témoins et en particulier il n'y eut pas de circulations continuelles comme pour ceux-ci. L'insensibilité a été très nette pour les larves ayant mangé rapidement plus de 6 mm² de feuilles et son intensité fut, dans l'ensemble, proportionnelle aux quantités de feuilles ingérées.

Les durées des attaques sur *S. demissum* sont en général assez courtes, et il n'est pas rare de voir l'insecte s'interrompre avant d'avoir absorbé en peu de temps les quantités nécessaires pour l'apparition des troubles profonds précités. Ceci amène à considérer que le *S. demissum* a deux actions sur les larves.

Une première action ferait suite à la simple mastication de tissus foliaires et se traduirait par des alternatives de petites attaques et d'arrêts sans vrais engourdissements, le tout amenant une alimentation réduite, mais assez régulière. On peut la qualifier d'aversion gustative.

Une seconde se produit quand il y a eu absorption rapide d'une certaine quantité de feuilles, et elle se caractérise par des troubles profonds, mais temporaires, dénotant une sorte d'intoxication.

L'intensité de l'aversion gustative varie un peu d'une larve à une autre et suivant les formes botaniques de *demissum*. Lorsqu'elle est suffisante pour

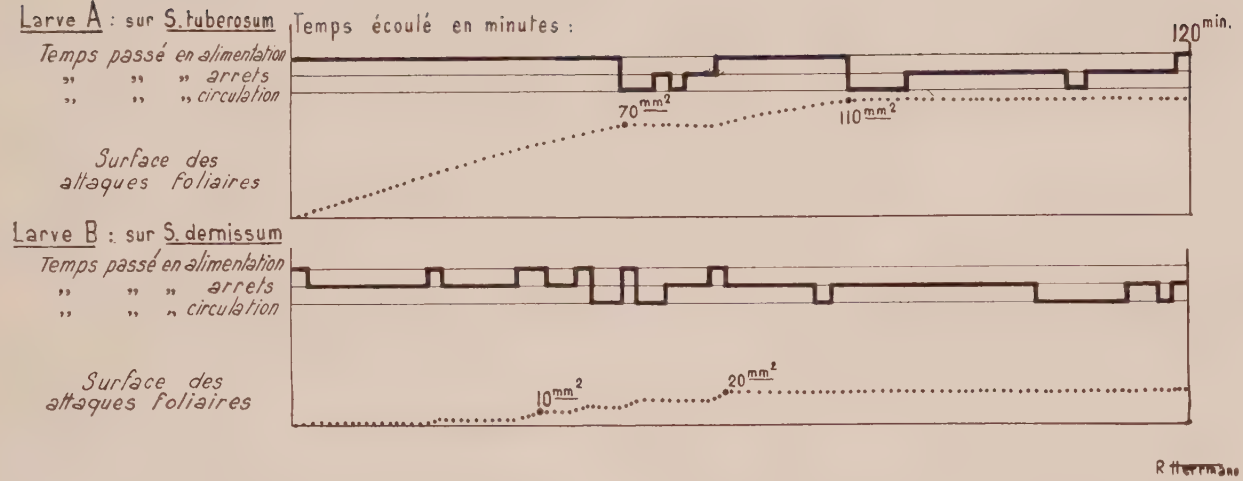


Fig. 2. — Variation des activités de larves en fonction des plantes-hôtes offertes.

prévenir l'absorption rapide des quantités susceptibles d'amener de longs engourdissements, mais pas assez intense pour empêcher un renouvellement assez rapide et régulier de petites attaques, on a des individus qui offrent une alimentation journalière notable ; toujours, ce sont les larves ayant le plus mangé qui ont l'évolution la moins retardée.

Dans les tests de plantes, on peut donc considérer que, d'une manière générale, la brièveté des attaques caractérise l'aversion gustative ; que le rapport entre la quantité de feuille ingérée en de brefs délais et la durée des engourdissements profonds précise la nocivité des plantes ; enfin, que l'abaissement de l'alimentation journalière totale fixe en grande partie l'inaptitude des plantes à permettre un développement larvaire normal.

Sur les hybrides *S. demissum* × *S. tuberosum*, les mêmes caractères de comportement larvaire se retrouvent, mais avec des intensités diverses et toujours étroitement parallèles aux degrés de résistance des plantes. Le graphique de la figure 2 montre comment se classent diverses plantes (1) à la suite des tests d'activités larvaires en deux heures réalisés selon la méthode précitée. En effectuant sur les mêmes plantes d'autres tests (comme celui de l'élevage d'un groupe de larves du deuxième âge) on trouve les mesures ci-après qui confirment tout à fait le classement établi :

S. tuberosum	Mortalité 20 à 25 %	
Hybride Mg 17 ...	20 à 40 %	Retard de développement : néant
Hybride Mg 49 ...	60 à 80 %	peu sensible
Hybride Mg 9 ...	80 à 95 %	4 à 6 jours
S. demissum.....	85 à 100 %	8 à 10 jours

(1) Les plantes hybrides nous ont été obligeamment prêtées par nos collègues allemands de l'Institut Génétique de Münchberg ; leurs caractères botaniques et leur degré de sensibilité en plein champ au Doryphore seront décrits dans une étude détaillée devant paraître ultérieurement.

En conclusion, la résistance de plantes du type de *S. demissum* est pour une part la conséquence de deux phénomènes : une aversion gustative des larves pour les feuilles ; des actions toxiques temporaires exercées par les feuilles sur les larves à la suite d'ingestions rapides.

Tous deux amènent l'insecte à ne manger que par intermittence et irrégulièrement. La déficience alimentaire qui en résulte contribue pour une large part à donner les développements défectueux ou même nuls, caractères qui, pratiquement, mettent la plante à l'abri de dégâts graves de la part de l'insecte.

OBSERVATIONS SUR LA FORME PARFAITE DU *VENTURIA INAEQUALIS* ET DE *VENTURIA PIRINA*

par

M. Gaudineau, M. Raucourt et G. Morel

Tavelure du pommier.

Au cours de traitements d'hiver effectués récemment aux environs de Bavay (Nord) l'un de nous a récolté des feuilles de Pommier portant des périthèces de *Venturia inaequalis* (Cook) Aderhold (1).

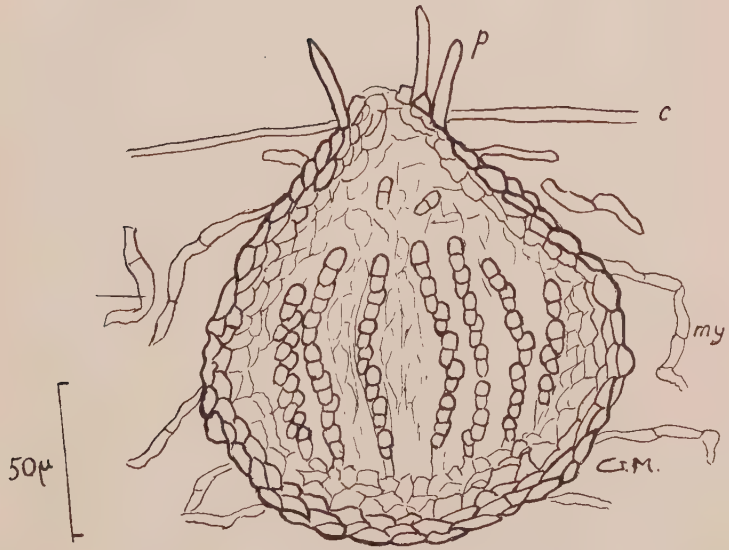
Ce fait n'ayant pas encore été signalé en France, il nous a paru utile d'attirer l'attention sur l'importance que présente la forme parfaite dans l'infection des vergers.

Les feuilles de Pommier portant de nombreux périthèces ont été récoltées dans un pré-verger de plusieurs hectares, planté en variétés introduites ou locales : Gold reinette, Lancashire, Belle de Boskoop Double Bon pommier, Court-pendu. Les périthèces enfoncés dans les tissus se présentent surtout sur la face supérieure comme de petits points noirs (fig. A) peu visibles à l'œil nu, groupés irrégulièrement sur

(1) Nous avons été ainsi amenés à en rechercher dans la région et nous en avons trouvé, dans des conditions analogues, aux alentours de St-Cyr-l'Ecole.

A

C



B

Tavelure de Pommier

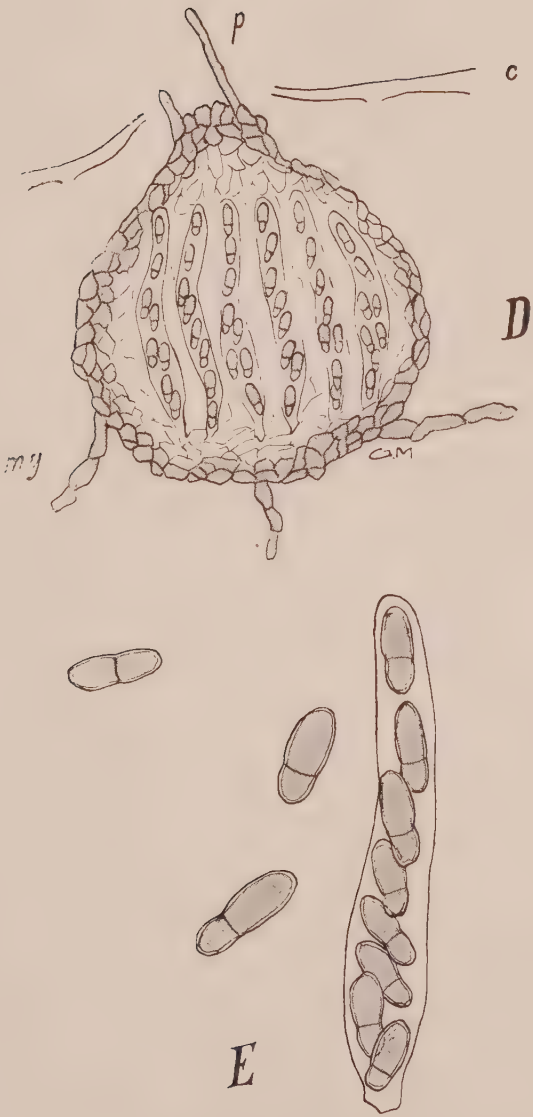
Venturia inæqualis ((COOK) ADERHOLD)

l'emplacement des taches dues aux attaques les plus récentes de la forme conidienne.

L'observation microscopique montre que ces points ne sont que l'ostiole, garnie de quelques soies, qui perce l'épiderme. Le mycélium qui reste sous-cuticulaire dans la forme Fusicladium a envahi tout le parenchyme au cours de la phase saprophytique. Les périthèces, globuleux, à col court, mesurant 130-150 μ renferment de nombreux asques à 8 ascospores bicellulaires, brunes, de 11-15 × 4-8 μ. (fig. B. et C) La partie supérieure des ascospores, légèrement plus courte et plus large que l'inférieure, a valu à cette espèce la dénomination de *Sphaeria inaequalis*. L'ensemble de ces caractères concorde avec la description originale donnée par ADERHOLD en 1896.

Cette observation, faite dans une région où, l'an dernier, les attaques de Tavelure ont été tout à fait normales, semble indiquer que la formation des périthèces est plus fréquente en France qu'on ne le croit. Elle confirme les descriptions données par SALMON et WARE en Angleterre et aux Etats-Unis par WALLACE et WILSON, pour ne citer que les plus détaillées. Il est à présumer que la disparition de la majorité des feuilles au cours de l'hiver et le fait que les périthèces échappent à un examen superficiel en raison de leur petite taille, ont empêché des observations plus nombreuses. D'ailleurs, en Angleterre, la mise en évidence de ces périthèces est relativement récente (1924) et SALMON et WARE signalent qu'elle fut faite après un hiver froid, condition qui vient d'être aussi réalisée en France.

Il y aurait lieu cependant de se préoccuper du rôle que peut jouer chez nous cette forme dans l'infection primaire des vergers. Les chercheurs anglais et américains ont montré que l'infection précoce et massive sur feuilles doit être attribuée aux ascospores qui sont projetées en très grand nombre hors des périthèces mûrs. WALLACE a compté qu'un fragment de feuilles



Tavelure du Poirier

(***Venturia pirina*** ADERHOLD)

de 1 cm2 peut expulser en 45 minutes 5.430 spores. Cette expulsion des spores qui coïncide avec la floraison, a lieu en Angleterre à partir de mars, aux Etats-Unis de fin avril à juin. Nous ne possédons pas de données précises pour la France, ni pour les pays voisins ; il paraît logique d'admettre que la maturation a lieu chez nous vers la même époque, bien que nous ayons dès maintenant (27 janvier) observé des asques renfermant des ascospores entièrement formées. Nous nous proposons de suivre leur évolution dans la nature et de rechercher l'existence de périthèces dans les régions fruitières françaises, afin de préciser l'époque du premier traitement.

Tavelure du poirier.

Les observations précédentes nous ont amenés à rechercher la forme parfaite de la Tavelure du Poirier, qui n'avait pas non plus été signalée en France.

Nous avons trouvé les premiers périthèces renfermant des spores le 22 février, sur des feuilles récoltées à Attigny (Ardennes). Elles avaient été ramassées sous des arbres portant sur les rameaux de nombreux chancres de *Fusicladium pirinum*. Depuis, nous en avons retrouvé un grand nombre sur les feuilles de Doyenné d'hiver, dans le verger de la Station Centrale de Pathologie Végétale.

Les périthèces que nous avons examinés ont une grande analogie avec ceux du *Venturia inaequalis* ; d'ailleurs ces deux espèces avaient été confondues par Cook sous un même nom. Ils se développent entièrement à l'intérieur des tissus de la feuille et mesurent de 120-140 μ (fig. D). Ils renferment de nombreux asques de 40-80 μ de long contenant 8 ascospores brun-jaunâtre de 14-17 $\times$ 4-6 μ séparées en deux cellules inégales (fig. E). Cette inégalité est ici plus marquée que dans le *Venturia inaequalis*, la partie supérieure étant sensiblement plus longue et plus large. L'asque présente, dans sa moitié inférieure, un

renflement très net dans lequel les spores se placent généralement sur deux rangs. Des soies raides ornent le col du périthèce et le mycélium envahit tout l'intérieur de la feuille, comme dans le cas de la Tavelure du Pommier.

La forme *Venturia* sur Poirier est beaucoup moins importante que sur le Pommier et ne semble pas nécessaire pour assurer les infections printanières. Les nombreux chancres sur rameaux permettent l'hivernation du champignon ; nous avons, dès février, constaté la formation de conidies sur les stromas développés à l'intérieur des chancres.

Cependant, l'existence des périthèces n'est pas à négliger, elle paraît en effet très répandue. A la demande de M. Foex, M. Selariès en a recherché à Colmar, et nous en a envoyé un échantillon. M. Fron nous a dit qu'il en avait observé récemment sur feuilles provenant d'Eure-et-Loir et M. Schad nous a informé qu'il en avait trouvé l'an dernier aux environs de Clermont-Ferrand.

Cet ensemble d'observations montre, comme pour le *Ventutria inaequalis*, que la forme parfaite est plus fréquente qu'on ne le supposait en France ; d'ailleurs, de l'avis d'Aderhold, il est rare, après l'hiver, de trouver des feuilles de Poirier sans périthèces.

BIBLIOGRAPHIE (1)

Aderhold (R.). — Revision der species *Venturia chlorospora, inaequalis*, etc... (*Hedwigia*, p. 66, t. IV, 1897).

Clinton (G.-P.). — Apple scab (*Illinois Agr. Exp. Stat.* Bul. 67, 1901).

Wallace (E.). — The scab disease of apples (*Cornell Univ. Agr. Exp. Stat.* Bull. 335, pp. 545-624, 1913).

Putterill (V. A.). — Pear scabin n the Western provinc-. Experiments

(1) Pour une bibliographie plus complète, voir les ouvrages ci-dessus.

and facts relating to its control. (*U. S. Africa dept Agr.* bul. 2, p. 1-31, 1922).

Cunningham (G. H.). — Apple and pear block spot (*New Zealand dept of Agriculture.* bul. nº 100, 1923).

Salmon et Ware. — Apple and pear scab (*Journ. of the Min. of Agricult.* XXXI, nº 6, sept. 1924).

Frey (C.-A.). — and Ketit (C.-W.). Studies of spore dissemination of *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. in relation to seasonal development of scab (*Journ. Agr. Res.*, XXX, pp. 529-540, 1925).

Arnaud (G.) et Arnaud (M.). — Les maladies des plantes cultivées (I, p. 722, 1931).

LÉGENDE DES FIGURES

A : Fragment de feuille vue à la loupe.
B : Périthèce de *V. inaequalis* (*c*, cuticule, *my*, mycélium, *p*, poils).
C : ascospores. Gross. 1000.
D : Périthèce de *V. pirina*. Gross. 400.
E : Asque et spores. Gross. 1.000.

L'ACTION DU BORE SUR LA FÈVE

par

L. et J. Bruneteau

Après les travaux de Miss Brenchley, on a pu constater que le bore est nécessaire à la fève (*Vicia faba*). Par des cultures en milieu synthétique, Miss Brenchley a montré que la carence en bore entraîne une inhibition de croissance des fèves et des nécroses du parenchyme ligneux.

J. Dufrenoy a refait ces expériences en solution de Pfeffer et sur des plantes en pots. Les coupes lui ont montré que la carence affecte le développement des méristèmes des bourgeons floraux, qui avortent ou se nécrosent. Ces phénomènes pathologiques disparaissent si l'on ajoute un pour mille d'acide borique à la solution de Pfeffer ou un gramme de ce même produit au sol des plantes.

Nous avons repris ces essais sur des cultures de plein champ en 1937 et 1938, à La Garde-Montlieu (Charente-Inférieure).

1° Essai 1937. — Dans un terrain silico-argileux à sous-sol argileux ont été semées, sur sillon, à la mi-janvier, des fèves de la variété *Aquadulce* à longues cosses.

Ce terrain avait reçu à l'automne 1936 une fumure

complète en fumier, avec 600 kgs de superphosphates et 600 kgs de sylvinite à l'Ha.

Dans sa partie supérieure le terrain présente une mouillère, sur argile affleurant et gardant l'eau pendant l'hiver.

Le sous-sol est alors pâteux, mais pendant l'été le sol acquiert une très grande dureté. Ce dessèchement s'est produit dans la dernière semaine de mai.

Les fèves ont été arrosées, le 2 mai 1937, à la fin de la floraison, avec une solution de perborate de soude, calculée pour donner environ 1 gr. de ce produit à chaque plante. Le 2 juin 1937 on a choisi 10 pieds moyens et comparativement avec 10 pieds témoins, on a relevé les observations suivantes :

Dans les témoins, sur 39 tiges, 32 étaient fertiles et portaient en tout 68 gousses dont 12 avortèrent. Le nombre total de grains a été de 256, soit 25,6 par pied et 4,57 par gousse.

Dans les traités, sur 35 tiges dont 26 fertiles, ont poussé 74 gousses dont 13 restèrent vides. Le nombre total de grains s'est élevé à 308 soit 30,8 par pied et 5 par gousse.

Le détail de ces résultats est consigné dans le tableau I ci-dessous.

Les gousses de la partie témoin étaient plus flasques que celles de la partie traitée. Beaucoup de grains déjà formés ne se sont pas développés, laissant des vides à la base de la gousse.

Les pieds de la partie traitée semblaient avoir conservé une vigueur et un équilibre meilleurs. Les gousses étaient plus luisantes et plus régulièrement remplies.

2° Essai 1938. — Dans un jardin qui reçoit chaque année des fumures complexes, ont été semées le 21 janvier 1938, 4 rangées de la variété *Aquadulce*.

La planche a été divisée en trois parties égales contenant chacune 28 plants.

TABLEAU I

	Nombre de tiges par pied	Nombre de tiges fertiles	Nombre de gousses sur chaque tige				Gousses avortées	Nombre total de grains.
			1	2	3	4		
Témoin n° 1...	3	3	2	1	1		1	15
2...	4	4	1	1	2	2	0	19
3...	5	3	2	2	1		2	23
4...	3	3	2	3	1		0	24
5...	4	3	2	2	1		1	25
6...	3	3	1	2	1		2	25
7...	4	4	2	2	1	2	3	26
8...	4	3	2	1	2		1	30
9...	4	3	2	4	1		1	33
10...	5	3	3	2	2		1	36
Totaux	39	32	19	20	13	4	12	256
Traité 1...	2	1	2				2	14
2...	3	2	3	1			3	18
3...	3	3	2	2	2		0	27
4...	3	3	2	2	2		1	27
5...	3	2	3	2			2	29
6...	4	3	2	2	2		1	34
7...	3	3	2	2	2		0	35
8...	3	2	2	5			0	39
9...	6	4	3	2	2	2	3	41
10...	5	3	4	3	3		1	44
Totaux	35	26	25	21	13	2	13	308

Le premier lot était le témoin.

Le deuxième lot a été arrosé 3 jours après les semailles, avec une solution d'acide borique au 1/200, correspondant à 1 gr. de ce produit pour chaque graine.

Le troisième lot a reçu le même arrosage, mais à la naissance des jeunes fèves, le 5 mars.

A cette date, toutes les plantes (sauf 3) du lot témoin étaient germées. Par contre il n'y avait que 9 pieds sortis sur les 28 du 2e lot qui avait reçu du bore.

Le 9 mars dans cette même partie, 20 fèves étaient

nées, mais beaucoup avaient des couleurs anormales, pâlies, rosées ou irisées, et leur vigueur était bien moindre que dans les autres parcelles.

Le 24 avril la floraison était générale. A ce moment le lot témoin s'avérait nettement mieux développé que les autres.

Dans la parcelle 2, traitée lorsdu semis, les plantes se montraient en retard et leurs feuilles inférieures, cernées d'une nécrose que semblait favoriser la sécheresse. Les organes attaqués par les *Sitona* se bordaient de noir au niveau des morsures et l'allure générale de la végétation était languissante.

Dans le lot 3 traité à la naissance, les tiges poussaient plus grêles, plus élancées. Quelques feuilles avaient aussi des lésions marginales nécrotiques.

Le 27 mai on constatait dans le 2e lot une très nette infériorité de développement et de production.

Beaucoup de gousses avaient perdu les caractères de la variété « *Aquadulce* » et, plus courtes et dressées, semblaient être revenues au type « *Séville* » d'où elles dérivent.

Au moment de la récolte, les 8 pieds témoins avaient produit 220 gousses fertiles soit une moyenne de 7,85 par pied. Cette moyenne était de 5,6 en 1937. Le poids total de grains a été de 2.225 gr. soit 10 gr. 11 par gousse.

Dans la parcelle traitée au moment du semis, on comptait 129 gousses, soit 4,6 par pied. La récolte a pesé 145 gr. soit 11 gr. 24 par gousse.

Dans la parcelle traitée à la naissance des fèves, 160 gousses ont produit 1.400 gr. de grains, soit 8 gr. 75 par gousse. La moyenne des gousses était donc de 5,71 par pied, alors qu'elle s'élevait à 6,1 en 1937.

Le tableau II donne le détail du nombre de gousses par pied et par rangée.

En conclusion, l'essai de 1937 a confirmé les résultats précédemment acquis.

Par contre, en 1938, l'application de bore au mo-

ment du semis ou après la germination des fèves, a été préjudiciable à leur végétation et à leur fructification.

Les conditions anormales de la sécheresse au début de cette année, ont également pu influer sur la végétation des plantes.

Toutefois, il est intéressant de noter que, dans ce dernier essai, le bore a été la cause de lésions tout à fait semblables à celles qu'il fait disparaître dans d'autres cas, et qu'il a provoqué un retour des plantes au type non amélioré.

Ces expériences seront reprises au cours de 1939.

TABLEAU 2.

Rangs	Nombre de gousses							
Témoin								
1	5	7	0	12	9	6	8 =	47
2	11	7	9	6	9	8	7 =	57
3	9	14	4	6	7	12	17 =	69
4	5	5	8	11	11	0	7 =	47
	30	33	21	35	36	26	39 =	220
2e lot traité au semis								
1	4	4	2	4	0	2	2 =	18
2	3	10	12	0	4	7	4 =	40
3	8	6	6	0	0	5	6 =	31
4	3	7	8	8	3	7	4 =	40
	18	27	28	12	7	21	16 =	129
3e lot traité à la naissance								
1	9	6	4	3	7	6	5 =	40
2	11	9	14	2	3	5	9 =	53
3	10	3	10	3	12	5	1 =	44
4	2	3	4	5	5	2	2 =	23
	32	21	32	13	27	18	17 =	160

NOTE SUR LA RECHERCHE DES PERITHÈCES DES TAVELURES DU POMMIER ET DU POIRIER DANS LA RÉGION DU CENTRE EN 1938

par

C. SCHAD et H. SOULIÉ

Les Tavelures du Pommier et du Poirier sont provoquées à des champignons Ascomycètes, Pyrenomycetes du genre *Venturia* : *Venturia inaequalis* COOKE (ADHR) et de *Fusicladium dendriticum* WALL (FUCK) pour sa forme conidienne pour le Pommier et de *Venturia pirina* ADERHOLD et *Fusicladium pirinum* LIB. (FUCKEL) pour le Poirier.

La conservation hivernale du parasite peut se faire par stroma que l'on trouve sur jeunes pousses d'un an, sous l'aspect de pustules brunâtres soulevant l'écorce. Ces stroma émettent au printemps quand les conditions atmosphériques sont favorables, des conidiophores et des conidies qui, par contamination des jeunes feuilles et fruits, perpétuent la maladie. Ces stroma, assez rares sur pommiers, sont plus fréquents sur poiriers.

Sur pommiers, ils sont constatés principalement sur des jeunes plantes ou des variétés très sensibles. L'observation de rameaux atteints de la variété sensible de pommier Canada Blanc ne nous a cependant pas permis de trouver de conidies viables.

D'après Mc. Kay (1938), le mycelium du champignon hivernerait dans les écailles des bourgeons contaminés et dans le bois adjacent, émettant au printemps des conidies ; ce serait d'après cet auteur, une des sources principales des contaminations primaires. La possibilité d'infections de cette nature sera étudiée en 1939.

Le champignon peut également hiverner sous forme de périthèces (vie saprophytique) (Aderhold 1894) dans les feuilles malades tombées sur le sol à l'automne précédent. Ce mode de conservation n'avait pas encore été constaté en France (1).

Des recherches entreprises en 1938, février et mars, ont permis de trouver des périthèces sur les feuilles tombées à terre de la variété de pommier Reinette du Canada sensible à la maladie, ainsi que sur des feuilles de pommiers issus de semis. Le matériel provenait d'arbres fortement attaqués l'année précédente. Sur jeunes rameaux, il n'a jamais été trouvé de périthèces. La présence de périthèces a été constatée aussi sur des feuilles de poiriers.

Dès le mois de mars, quelques périthèces ont pu être mis en évidence en traitant à chaud, par la potasse caustique, les feuilles ayant hiverné sur le sol. Ces périthèces étaient en voie de formation, les asques n'étant pas encore différenciées. Les périthèces se présentent à la face inférieure des feuilles, sous forme de points noirs globuleux facilement décelables à la loupe et même à l'œil nu, groupés par places ou échelonnés le long des nervures, plus rarement isolés. A maturité, à l'examen microscopique, les périthèces sont périformes, et présentent autour l'ostiole quelques soies.

Ce n'est que dans la deuxième décade d'avril que l'examen microscopique révéla des asques avec as-

(1) Mlle Gaudineau a présenté une note relatant la découverte des périthèces des tavelures du pommier et du poirier en février et mars 1939

cospores, ces dernières hyalines n'étaient pas encore parvenues à maturité.

Les ascospores mures acquièrent une coloration brunâtre ; elles sont bicellulaires, la cellule supérieure étant plus importante. Les asques contiennent 8 ascospores.

La projection des ascopores a été obtenue à cette époque en laboratoire, en boîtes de Petri, en disposant des fragments de feuilles portant des périthèces sur un lit de ouate humide. Les périthèces et les asques sous l'influence de l'humidité libèrent et projettent les ascospores qui viennent se coller sur le couvercle de la boîte où il est facile de les examiner.

La maturité des périthèces a été étudiée. La projection des ascospores a été observée, à l'extérieur à l'aide de foyers constitués par des feuilles maintenues au sol avec un grillage sur lequel des lames, vaselinées à la face inférieure, étaient placées. Ces observations ont permis de se rendre compte des périodes d'émission des ascospores. Des infections positives ont été obtenues à partir des ascospores.

Ces études sont poursuivies en 1939, en vue de rechercher le rôle respectif des conidies provenant de bourgeons atteints par la Tavelure et des ascospores dans les premières infections. Ces travaux permettront de mettre au point une méthode précise d'avertissements contre les tavelures du pommier et du poirier.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE D'*HYDROECIA XANTHENES* GERM. NOCTUELLE NUISIBLE AUX CULTURES D'ARTICHAUT (1)

par

P. NEPVEU

Les importants dégâts produits chaque année par les chenilles mineuses d'*Hydroecia xanthenes* GERM., dans les plantations d'artichauts, en Afrique du Nord et dans la région méditerranéenne ont été signalés par HOFFMANN en 1894, de MAZIÈRES (2), LAURENT (3) et à plusieurs reprises par P. MARCHAL.

En 1924, de STEFANI (4) a publié au sujet de cette Noctuelle quelques observations biologiques qui diffèrent notablement de ce que nous avons observé à Antibes en 1938 ; si bien que cette espèce nous a paru devoir mériter une étude que nous n'avons malheureusement pas pu poursuivre, mais dont les débuts

(1) Je remercie très vivement M. LHOMME d'avoir bien voulu examiner mes échantillons.

(2) MAZIÈRES (A.-E. de) *Rev. hortic. de l'Algérie*, 1913.

(3) LAURENT : *Rev. hortic. de l'Algérie*, 1929.

(4) STEFANI (de) : Note intorno ad alcuni animaletti danneggiatori dei Carcioffi (*R. Osserv. Fitopat. Provincie di Palermo, Girgenti e Trapani*. 1924).

nous ont permis de préciser certains points. Peut-être faut-il voir dans les différences entre ces constatations et celles de de STEFANI faites en Sicile une intervention du climat ou de variétés géographiques ; nous ne pouvons pas encore trancher ce débat.

C'est vers la fin de septembre et dans le courant d'octobre que l'on rencontre le papillon dans la région d'Antibes. Cette grosse Noctuelle semble avoir été souvent confondue avec d'autres Noctuelles voisines, notamment *Gortyna flavago* Esp.

Hydroecia xanthenes Germ. ♀ (× 1,5)

Durant le jour le papillon reste immobile à l'intérieur des touffes d'artichaut ; la ponte a lieu la nuit comme pour la plupart des représentants de cette famille ; chacune des pontes se compose de 50 à 400 œufs environ. Et comme la femelle doit vivre une quinzaine de jours (nous n'avons pu le déterminer avec certitude) le nombre d'œufs qu'elle doit laisser est vraisemblablement de plusieurs milliers, au lieu de 20 en Sicile, d'après de STEFANI. Ils sont groupés sans ordre à la base des plantes, dans les feuilles séchées, les fentes étroites, ou le long des nervures à la

face intérieure des feuilles. Un mucilage les agglomère et les fixe énergiquement au substratum ; il retient, avec quelques écailles des ailes de la pondeuse, un certain nombre de débris et de particules terreuses ; si bien qu'il est parfois difficile de les distinguer. Ce mucilage met plusieurs heures à sécher et prend une grande dureté. Il semble que le reflexe de ponte soit déclanché par l'irrégularité du substratum, et par l'étroitesse de l'orifice à travers lequel la femelle engage son oviscapte ; ainsi la femelle disposée sur une feuille d'artichaut percée de petits trous pond au travers d'eux sur l'autre face de la feuille, ce qui est susceptible de se produire dans la nature avec les morsures de *Sphaeroderma rubidum* GRAELLE (Holt.) criblant les feuilles.

Les œufs jaune-citron au moment de la ponte, deviennent rose-saumon après quelques jours, et une semaine environ avant l'éclosion prennent une teinte lie de vin. Leur forme rappelle celle d'un cylindre court à bords nettement arrondis ; le diamètre moyen est de 0,85 mm., et la hauteur au centre de 0.60 mm. Des rayures soulignent quelques génératrices et les faces terminales sont chagrinées.

Des œufs pondus dans le courant d'octobre et mis aussitôt à l'étuve 25°-27° C. s'altèrent en milieu sec, et moisissent en milieu humide, sans éclore, après une quinzaine de jours. Les œufs de la même ponte qui ont passé l'hiver dehors sous abri et qui sont mis à l'étuve le 20 janvier éclosent en une semaine, en milieu humide, sans mortalité. L'éclosion normale paraît avoir lieu vers la fin de février et le début de mars, sur le littoral des Alpes-Maritimes. Sur plusieurs milliers d'œufs issus de divers femelles, à peine une dizaine n'ont pas éclos.

La sortie de la chenille se fait sur le côté de l'œuf : elle entame le chorion de ses mandibules et ingère les fragments qu'elle détache ; la déchirure est très irrégulière. Les néonates montrent une grande acti-

vité : elles arpentent le sol pendant des heures si elle n'ont aucune nourriture à leur disposition. Celles qui arrivent sur l'artichaut après un trajet sur le sol et montent sur les pétioles, ou celles qui naissent sur l'artichaut, parcourent les feuilles en faisant quelques morsures dispersées sur l'une quelconque des deux faces ; puis elles attaquent les nervures secondaires à la face intérieure, assez souvent dans l'angle qu'elles font avec la nervure principale et s'enfoncent dans les tissus en cinq ou six heures généralement. Quand la plante a un grand développement la néonate peut pénétrer par une nervure tertiaire : tout semble dépendre du contact qu'elle a avec la plante.

Les néonates présentent une couleur générale rouge foncé avec des bandes intersegmentaires larges, de couleur claire, lui donnant un aspect annelé remarquable. Les membranes intersegmentaires deviennent brun-rouge après quelques heures mais restent bien visibles. Les chenilles sont assez plates ; le premier segment thoracique étant le plus large. La tête, la plaque cornée du prothorax et le clapet sont noirs, brillants. Les pattes sont gris noir. Il y a cinq paires de fausses pattes : la première plus courte que la deuxième, et celle-ci plus courte que les deux suivantes qui sont à peu près subégales. Le tergite le plus large est le cinquième. Les tergites 8, 9, 10, 11 sont de couleur plus claire.

Au deuxième stade la tête est plus large que le corps, applatie subcirculaire ; le corps est allongé, étroit, à bourrelet latéral bien marqué. La couleur générale est brun-rouge, plus clair à partir du septième segment. La tête est devenue jaune clair. Le premier tergite est plus foncé que le corps. Ligne stigmatale blanche discontinue, tracée sur la membrane intersegmentaire, manquant entre le troisième et le quatrième segment, et plus importante à partir du septième où elle empiète sur les 7^{e}, 8^{e} et 9^{e} segments de façon à former une bande continue, irré-

gulière. Les téguments portent des soies raides peu nombreuses, insérées sur de petites plaques légèrement brillantes, de même couleur que le brun-rouge de la partie antérieure du corps ; mais elles sont brun-verdâtre à partir du septième segment. Clapet en visière, brun vert. Stigmates brun-rouge, ellipsoïdaux à grand axe perpendiculaire à la direction du corps et bordés de noir. Pattes noires, fausses pattes jaune clair.

Le trajet parcouru par les chenilles à l'intérieur de la plante est schématiquement le suivant : de la nervure où elles ont pénétré elles gagnent la nervure principale ; et elles se dirigent vers le pétiole qu'elles minent de la même façon, en accumulant derrière elle dans la galerie des bouchons d'excréments ; ils sont tassés dans le tissu lâche du pétiole et des nervures. Nous n'avons pas déterminé si les chenilles atteignent la hampe florale, où se manifestent les graves dégâts que l'on connaît, par l'intérieur de la plante, ou bien si elles quittent le pétiole à un certain moment pour percer la hampe florale et s'y installer ?

Quelque soit le nombre des néonates primitivement mises sur un pied d'artichaut, nous n'avons jamais trouvé plus d'une chenille au deuxième stade par pétiole ; il semble donc qu'elles se détruisent entre elles : soit qu'elles ne se tolèrent pas, soit plus vraisemblablement qu'elles se dévorent accidentellement. Ce qui semble appuyer cette dernière façon de voir c'est que des chenilles mises à jeun dans un tube ne font pas montre d'adelphophagie.

Aucune méthode de traitement n'a pu être mise au point pour limiter les dégâts des chenilles d'*Hydroecia xanthenes*, qui arrivent à détruire jusqu'à 80% des capitules (1) ; cependant, puisque la néonate parcourt la plante et fait un certain nombre de morsures sur les feuilles avant de pénétrer à l'intérieur des

(1) BALACHOWSKY (A.) et MESNIL (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, Paris, 1936.

tissus (où plus aucun traitement ne pourra l'atteindre), on devra tâcher de la détruire à ce moment. De nouvelles recherches sont indispensables pour déterminer avec exactitude l'époque et la durée de période d'éclosion ; comme le feuillage de l'artichaut est très dense les traitements par poudrage semblent recommandables.

(*Station de Zoologie agricole et Insectarium d'Antibes*).

Le Gérant : A. BALACHOWSKY

Imprimé par R. BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 26-7-1939.